

KOMBINASI DAN KOMPOSISI BAHAN BAKU UNTUK PENINGKATAN KUALITAS PAVING RUMPUT DI CV. X SURABAYA

Irwan Soejanto

ABSTRACT

As a product, grass paving has its own characteristic. The producers always try to keep the quality of their product to satisfy their consumers. This research tries to identify some factors that determine pressure strength of grass paving and some dominant factors generate optimum pressure strength and to recommend the ideal material composition to produce a good grass paving.

The research shows portland cement composition (A), water (B), sand (C), and ash (D) determine the pressure strength of grass paving. The combination level factor: 2.7 kg portland cement, 0.9 lt water, 1.0 kg sand, and 2.0 kg ash generate optimum pressure strength of grass paving. The SN ratio is derived from 2.7 kg portland cement, 0.9 lt water, interaction between 2.7 kg portland cement with 1.4 kg sand, and interaction between 2.7 kg portland cement with 1.0 kg sand.

Keywords: Taguchi method, pressure strength, grass paving.

PENDAHULUAN

Industri bahan bangunan pada saat sekarang ini sedang mengalami persaingan yang cukup berat, khususnya pada industri bahan bangunan paving rumput, hal ini dikarenakan berkembangnya pembangunan sarana perumahan, pertokoan, dan sarana pembangunan lainnya.

Setiap perusahaan ingin agar setiap produksi pembuatan barang berjalan baik dan lancar, selain itu perusahaan berusaha agar dapat memenuhi kebutuhan dan kepuasan dari para konsumen, sehingga produk yang dihasilkan dapat bersaing dan menjadi bagian dari banyaknya *competitor* produk sejenis di pasar.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor terkendali beserta level-levelnya yang berpengaruh baik terhadap nilai rata-rata maupun variabilitas kuat tekan paving rumput serta menentukan kombinasi optimal dari faktor-faktor dan level-level tersebut.

Metode Taguchi

Metode Taguchi merupakan suatu metodologi baru dalam bidang teknik yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses serta dalam waktu yang bersamaan menekan biaya dan sumber-sumber seminimal mungkin. Metode Taguchi menjadikan produk atau proses bersifat *robust*, karenanya metode ini disebut juga sebagai *Robust Design*. (Apte dalam http://www.tifr.res.in/~apte/CV_PRA_TAGUCHI.htm, hal. 1).

Metode Taguchi menggunakan seperangkat matriks khusus yang disebut *orthogonal array*. Matriks standart ini merupakan langkah untuk menentukan jumlah eksperimen minimal yang dapat memberikan informasi sebanyak mungkin semua faktor yang mempengaruhi parameter. Bagian terpenting dari metode *orthogonal array* terletak pada pemilihan kombinasi level variabel-variabel input untuk masing-masing eksperimen. (<http://www.ecs.umss.edu/mie/labs/mda/fea/sankar/chap2.html>, hal.1).

Proses Perancangan Parameter

Dalam rancangan percobaan klasik menganggap bahwa semua faktor sebagai penyebab variasi. Jika faktor-faktor ini dapat dikendalikan atau dihilangkan, maka variasi produk atau proses dapat dikurangi, sehingga akan terjadi peningkatan kualitas. Namun tidak semua faktor yang berpengaruh terhadap karakteristik kualitas dapat dikendalikan tanpa mengeluarkan biaya besar. Karena itu diperlukan pendekatan lain untuk meningkatkan kualitas. Pendekatan ini oleh Taguchi dinamakan perancangan parameter yang merupakan salah satu fase perancangan produk atau proses.

Eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini menerapkan langkah-langkah prinsip desain parameter, yaitu melakukan eksperimen guna menentukan faktor-faktor dominan yang berpengaruh terhadap kekerasan produk dan menentukan kombinasi faktor-faktor dimana kombinasi tersebut tahan terhadap penyebab timbulnya variabilitas.

Rasio Signal terhadap Noise (S / N Ratio)

Taguchi memperkenalkan pendekatan S/N ratio guna meneliti pengaruh faktor noise terhadap variasi yang timbul. Tujuan utama dari desain parameter adalah menghasilkan kombinasi faktor-faktor kontrol yang tahan terhadap faktor *noise* dalam artian tidak menimbulkan variabilitas yang besar. Terdapat beberapa jenis ratio S/N tergantung pada karakteristik kualitas yang diinginkan, yaitu : (Ross, 1996 : 208-209)

1. *Smaller-the-Better.*

Karakteristik kualitas ini meliputi pengukuran dimana semakin rendah nilainya, maka kualitasnya akan lebih baik.

Nilai S/N untuk jenis karakteristik kualitas *smaller-the-better* adalah :

$$S/N_{STB} = -10 \log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n y_i^2 \right]$$

dimana n = jumlah test didalam percobaan (*trial*).

2. *Larger-the-Better.*

Karakteristik kualitas ini meliputi pengukuran dimana semakin besar nilainya, maka kualitasnya akan lebih baik.

Nilai S/N untuk jenis karakteristik kualitas *larger-the-better* adalah :

$$S/N_{LTB} = -\log \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{y_i^2} \right]$$

3. *Nominal-the-Best.*

Pada karakteristik kualitas ini biasanya ditetapkan suatu nilai nominal tertentu, dan semakin mendekati nilai nominal tersebut, kualitas semakin baik.

Nilai S/N untuk jenis karakteristik kualitas *nominal-the-best* adalah :

$$S/N_{NTB1} = -10 \log V_e \quad (\text{untuk variansi saja})$$

$$S/N_{NTB2} = +10 \log \left(\frac{V_m - V_e}{rV_e} \right) \quad (\text{untuk rata-rata dan variansi})$$

Interval Kepercayaan di Seputar Estimasi Nilai Mean

Estimasi dari nilai mean $\hat{\mu}$ didasarkan pada nilai rata-rata hasil yang diperoleh dari percobaan. Interval kepercayaan merupakan nilai maksimum dan minimum dimana diharapkan nilai rata-rata sebenarnya akan tercakup dengan beberapa persentase kepercayaan tertentu.

Untuk lebih menguatkan tingkat kepercayaan maka kita menghitung interval kepercayaan dimana perkiraan harus berada pada range interval kepercayaan tersebut.

Terdapat tiga macam interval kepercayaan yaitu :

1. Untuk level faktor.

$$CI_1 = \sqrt{F_{\alpha, v_1, v_2} \cdot Ve \cdot 1/n}$$

F_{α, v_1, v_2} = nilai F dari tabel

Kepercayaan = 1 – resiko

α = Resiko

v_1 = derajat kebebasan untuk pembilang yang berhubungan dengan suatu rata - rata dan selalu sama dengan 1 untuk suatu interval kepercayaan.

v_2 = derajat kebebasan untuk penyebut yang berhubungan dengan derajat kebebasan dari variansi error .

Ve = Variansi error.

n = Jumlah pengamatan yang digunakan untuk menghitung rata-rata

Sehingga, jika rata-rata sesungguhnya adalah μ , maka :

$$\bar{\mu}_{Ai} = \bar{Ai} \pm CI$$

$$\bar{Ai} - CI \leq \bar{\mu}_{Ai} \leq \bar{Ai} + CI$$

2. Untuk perkiraan rata-rata.

$$CI_2 = \sqrt{F_{\alpha, v_1, v_2} \cdot Ve \cdot 1/n_{eff}}$$

dengan : n_{eff} = Jumlah pengamatan efektif

$$n_{\text{eff}} = \frac{\text{Jumlah total eksperimen}}{\text{Jumlah derajat kebebasan dalam perkiraan rata-rata}}$$

Sehingga : $\mu_{\text{prediksi}} - \text{CI} \leq \mu_{\text{prediksi}} \leq \mu_{\text{prediksi}} + \text{CI}$

3. Interval kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi.

$$\text{CI}_3 = \sqrt{F_{\alpha, v_1, v_2} \cdot V_e \cdot [(1/n_{\text{eff}}) + (1/r)]}$$

dimana : r adalah ukuran sampel yang digunakan (jumlah replikasi).

Sehingga interval kepercayaan menjadi :

$$\mu_{\text{konfirmasi}} - \text{CI} \leq \mu_{\text{konfirmasi}} \leq \mu_{\text{konfirmasi}} + \text{CI}$$

Langkah-langkah Eksperimen Menurut Taguchi

Ada beberapa langkah yang diusulkan Taguchi secara sistematis dalam melakukan eksperimen yaitu :

1. Menyatakan Permasalahan Yang Akan Dipecahkan.

Mendefinisikan dengan jelas permasalahan yang akan dihadapi untuk kemudian dilakukan suatu upaya perbaikan kualitas.

2. Penentuan Tujuan Penelitian.

Dalam penentuan tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi karakteristik kualitas dan tingkat performansi dari eksperimen.

3. Menentukan metode pengukuran.

Dalam menentukan metode pengukuran yaitu dengan menentukan bagaimanakah parameter-parameter yang diamati akan diukur dan bagaimana cara pengukurannya, serta peralatan yang diperlukan.

4. Identifikasi faktor.

Yaitu dengan melakukan pendekatan yang sistematis guna menemukan penyebab permasalahan, menghindari aktivitas yang meloncat-loncat, tetapi kemudian diperoleh kesimpulan yang tidak benar.

5. Memisahkan faktor kontrol dan faktor noise.

Taguchi membedakan faktor kedalam dua golongan besar yaitu faktor kontrol dan faktor noise. Untuk memulai langkah dalam desain parameter Taguchi, adalah jenis-jenis faktor yang mempengaruhi karakteristik proses atau produk.

6. Menentukan Level dari faktor dan nilai faktor.

Pada penentuan level ini adalah untuk menentukan jumlah derajat kebebasan yang akan digunakan dalam pemilihan Orthogonal Array.

7. Mengidentifikasi faktor yang mungkin berinteraksi.

Suatu interaksi terjadi apabila pengaruh dari suatu faktor tergantung dari level faktor lain. Dengan kata lain interaksi terjadi apabila kumpulan pengaruh dari dua atau lebih faktor berbeda dari jumlah masing-masing faktor secara individu.

8. Menggambar Linear Graph yang diperlukan untuk faktor kontrol dan interaksi.

Taguchi telah menetapkan beberapa *linear graph* untuk mempermudah mengatur faktor-faktor dan interaksi ke dalam kolom. Penggambaran *linear graph* ini guna menentukan penempatan faktor-faktor serta interaksi yang mungkin digunakan pada kolom-kolom dalam Orthogonal Array.

9. Memilih Orthogonal Array.

Pemilihan Orthogonal Array yang sesuai tergantung dari nilai faktor dan interaksi yang diharapkan dan nilai level dari tiap-tiap faktor. Penentuan ini akan mempengaruhi total jumlah derajat kebebasan yang berguna untuk menentukan jenis Orthogonal Array yang dipilih.

10. Pemasukan faktor dan atau interaksi ke dalam kolom.

Taguchi menyediakan dua alat untuk membantu memasukkan faktor dan interaksi ke dalam kolom array yaitu *linear graphs* dan *triangular tables*.

11. Melakukan Eksperimen.

Dalam melakukan eksperimen ini sejumlah percobaan (*trial*) disusun untuk meminimasi kesempatan terjadinya kesalahan dalam menyusun level yang tepat untuk percobaan.

12. Analisa Hasil Eksperimen.

Dalam menganalisa hasil eksperimen dari Taguchi ini juga menggunakan metode Anova yaitu penghitungan jumlah kuadrat total, jumlah kuadrat terhadap rata-rata, jumlah kuadrat faktor, dan jumlah kuadrat error.

Beberapa hal yang dilakukan dalam analisa hasil eksperimen ialah :

a). Persen Kontribusi.

Bagian dari total variasi yang menunjukkan kekuatan relatif dari suatu faktor dan atau interaksi yang signifikan untuk mengurangi variasi pada metode Taguchi dinyatakan dalam persen kontribusi. (Ross, 1996 : 146-148)

b). Rasio Signal terhadap Noise (S / N Ratio).

Taguchi memperkenalkan pendekatan S/N guna meneliti pengaruh faktor noise terhadap variasi yang timbul. Taguchi memperkenalkan transformasi dari pengulangan data kepada nilai yang lain yang mengukur variabilitas yang ada.

13. Interpretasi Hasil.

Yaitu mengevaluasi faktor mana yang berpengaruh dan tidak berpengaruh terhadap karakteristik kualitas yang dikehendaki.

14. Pemilihan Level Faktor Untuk Kondisi Optimal.

Apabila percobaan terdiri dari banyak faktor dan tiap-tiap faktor terdiri dari beberapa level, maka untuk menentukan kombinasi level yang optimal adalah dengan membandingkan nilai perbedaan rata-rata eksperimen dari level-level yang ada.

15. Perkiraan Rata-Rata Proses Pada Kondisi Optimal.

Setelah mendapatkan kondisi yang optimal dari eksperimen dengan *Orthogonal Array*, kita dapat memperkirakan rata-rata proses μ prediksi pada

kondisi yang optimal. Hal ini didapat dengan menjumlahkan pengaruh dari ranking faktor yang lebih tinggi.

16. Menjalankan Eksperimen Konfirmasi.

Ekperimen konfirmasi dimaksudkan bahwa faktor dan level yang dimaksud memberikan hasil seperti yang diharapkan. Untuk menguji apakah hasil yang didapat sesuai dengan yang diharapkan, maka harus diuji dengan interval kepercayaan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Variabel secara garis besar dikelompokkan menjadi dua, yaitu :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas ini tidak tergantung pada variabel lain, besarnya nilai variabel ini dapat ditentukan secara bebas tergantung pada kebutuhan yang diinginkan. Berdasarkan penelitian pendahuluan faktor – faktor yang diperkirakan berpengaruh terhadap kekuatan tekan paving rumput adalah :

- Faktor kontrol.

Faktor kontrol adalah parameter – parameter yang nilai – nilainya ditentukan oleh ahli teknik. Faktor – faktor kontrol dapat mempunyai nilai satu atau lebih yang disebut level. Pada akhir eksperimen, suatu level faktor kontrol yang sesuai akan dipilih. Salah satu aspek dari perancangan kokoh adalah mencari kondisi level optimal untuk faktor kontrol sehingga karakteristik kualitas tidak sensitif terhadap noise. Faktor kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

Faktor Kontrol	Level 1	Level 2	Level 3
A. Semen Portland	2,8 Kg	4,3 Kg	5,8 Kg
B. Air	0,9 Lt	0,95 Lt	1,00 Lt
C. Pasir	1,00 Kg	1,6 Kg	2,2 Kg
D. Abu Batu	1,9 Kg	2,5 Kg	3,1 Kg

Data – data faktor diatas didapat dari mengumpulkan informasi sebanyak – banyaknya dan melalui diskusi (brainstroming) dengan orang – orang yang dianggap mengerti permasalahan yang dihadapi.

- Variabel terikat (Respon).

Variabel terikat adalah sebuah variabel yang ditentukan oleh faktor atau beberapa faktor lain. Didalam penelitian ini variabel respon menjadi tujuan perbaikan adalah kekuatan tekan paving rumput.

Tabel Respon Rata-rata Kuat Tekan (kg/cm²) dari Pengaruh Faktor

	A	B	A x B	A x B(1)	C	A x C	A x C(1)	D
Level 1	114,7764	116,999	118,0736	117,7023	118,7772	116,1468	117,1842	117,0364
Level 2	117,962	116,8516	118,4434	118,3698	117,5168	116,7406	119,1842	117,9246
Level 3	120,2582	119,146	116,4797	116,9246	116,7027	120,1093	116,6282	118,0357
Selisih	5,4818	2,2944	1,9637	1,4452	2,0745	3,9625	2,556	0,9993
Ranking	1	4	6	7	5	2	3	8

Dari tabel respon, kombinasi level faktor optimum dicapai pada nilai rata-rata respon kuat tekan paving dengan nilai yang maksimal dari tiap faktor, yaitu faktor A, B dengan interaksi A x C serta interaksi A x C (1).

Karena karakteristik kualitas *large is better*, maka level faktor yang optimal adalah A₃ , B₃, A₃ C₃, A₃ C₁ (1)

Kombinasi level faktor optimum, adalah :

- Semen portland = 2,7 kg
- Air = 0,9 lt
- Pasir = 1,0 kg
- Abu batu = 2,0 kg

Kombinasi level interaksi optimum adalah :

- A₃ x C₃ = semen 2,7 kg dan pasir 1,4 kg.
- A₃ x C₁ = semen 2,7 kg dan pasir 1,0 kg

Tabel Respon Rata-rata Rasio S/N

	A	B	A x B	A x B(1)	C	A x C	A x C(1)	D
Level 1	41,1935	41,3535	41,4356	41,408	41,4812	41,2924	41,3696	41,3577
Level 2	41,4270	41,3439	41,4590	41,5511	41,3946	41,3393	41,5121	41,4235
Level 3	41,5909	41,512	41,3167	41,3483	41,3357	41,5797	41,3297	41,4302
Selisih	0,3974	0,1681	0,1423	0,1068	0,1455	0,2873	0,1824	0,0725
Ranking	1	4	6	7	5	2	3	8

Kombinasi level faktor optimum dicapai pada nilai rata-rata rasio S/N level faktor tertinggi dari setiap faktor, yaitu semen portland, air, pasir, dan abu batu yang merupakan kombinasi dari :

- Semen portland = 2,7 kg
- Air = 0,9 lt
- Pasir = 1,0 kg
- Abu batu = 2,0 kg

Pembahasan

Berdasarkan hasil yang didapatkan pada analisa sebelumnya, maka diketahui faktor yang berpengaruh terhadap rata-rata kuat tekan adalah semen Portland (A), air (B), interaksi antara semen portland dengan pasir (A x C), serta interaksi antara semen Portland dengan pasir (A x C (1)).

Faktor yang berpengaruh terhadap variabilitas adalah semen Portland level 3 (A_3), air level 3 (B_3), interaksi antara semen level 3 dengan pasir level 3 (A_3C_3) dan interaksi antara semen level 3 dengan pasir level 1 (A_3C_1).

Dari hasil perhitungan interval kepercayaan pada tingkat kepercayaan 90% untuk eksperimen Taguchi kemudian dibandingkan dengan interval kepercayaan untuk eksperimen konfirmasi didapat bahwa rata-rata pada eksperimen konfirmasi berada pada interval kepercayaan eksperimen Taguchi. Interval kepercayaan tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel Interpretasi Hasil Ukuran Kuat Tekan Paving

Respon (kuat tekan paving)		Prediksi	Optimal
Eksperimen Taguchi	Rata-rata (μ)	126,1474 kg/cm ²	126,1474 kg/cm ² ± 5,501 kg/cm ²
	Variabilitas (S/N)	42,0118 kg/cm ²	41,0118 kg/cm ² ± 0,1917 kg/cm ²
Eksperimen Konfirmasi	Rata-rata (μ)	127,4 kg/cm ²	126,1474 kg/cm ² ± 6,8292 kg/cm ²
	Variabilitas (S/N)	42,0918 kg/cm ²	45,4315 kg/cm ² ± 0,1934 kg/cm ²

Berdasarkan interpretasi hasil kuat tekan yaitu eksperimen Taguchi ke eksperimen konfirmasi mengalami peningkatan pada rata-ratanya dan juga peningkatan pada variabilitasnya. Dengan demikian kombinasi optimal faktor-faktor tersebut di atas terbukti meningkatkan rata-rata kuat tekan paving rumput secara optimal.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Faktor – faktor yang berpengaruh terhadap kuat tekan paving rumput adalah faktor semen portland (A), air (B), pasir (C), abu batu (D).
2. Kombinasi level faktor yang menghasilkan kuat tekan paving rumput optimum diperoleh dari semen portland 2,7 kg (level 3), air 0,9 lt (level 3), interaksi antara semen 2,7 kg (level 3) dengan pasir 1,4 kg (level 3), serta interaksi antara semen portland 2,7 kg (level 3) dengan pasir 1,0 kg (level 1). Untuk kombinasi level yang menghasilkan rasio SN diperoleh dari semen portland 2,7 kg (level 3), air 0,9 lt (level 3), interaksi antara semen portland 2,7 kg (level 3) dengan pasir 1,4 kg (level 3), serta interaksi antara semen portland 2,7 kg (level 3) dengan pasir 1,0 kg (level 1), sehingga kuat tekan yang dihasilkan yaitu antara 119 – 131 kg / cm^2 .

DAFTAR PUSTAKA

- Belavendram, N., 1995, *Quality By Design : Taguchi Techniques for Industrial Experimentation*, Prentice Hall, New York.
- Frick, Heinz dan Koesmartadi, 1999, **Ch., Ilmu Bahan Bangunan : Eksploitasi, Pembuatan, Penggunaan dan Pembuangan**, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Haryono, 2000, *Desain Eksperimen untuk Peningkatan Mutu (Quality Engineering) Taguchi Method*, Surabaya.
- Montgomery, Douglas C., 1998, *Pengantar Pengendalian Kualitas Statistik*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Ross, Phillip J., 1988, *Taguchi Techniques for Quality Engineering*, Mc Graw-Hill, 1st ed., New York.
- Soejanto, Irwan, 2002, *Rancangan Eksperimen*, Penerbit Yayasan Humaniora, Klaten.
- Sudjana, 1991, *Desain dan Analisis Eksperimen*, Edisi III, Tarsito Bandung.
- Sudjana, 1996, *Metoda Statistika*, Penerbit Tarsito, Edisi ke 6, Bandung.
- L.J. Murdock D.Sc (ENG), Ph.d, F.I.C.E dan K.M. Brook. Sc, F.I.C.E, F.I.H.E, 1991, *Bahan dan Praktek Beton*, Penerbit Erlangga, Edisi Keempat, Jakarta.